

Teemu Määttä

VARASTOHALLIN LVI-SUUNNITELMAT

VARASTOHALLIN LVI-SUUNNITELMAT

Teemu Määttä
Opinnäytetyö
Kevät 2017
Talotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Teemu Määttä

Opinnäytetyön nimi: Varastohallin LVI-suunnitelmat

Työn ohjaajat: Mikko Niskala ja Rauno Holopainen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2017 Sivumäärä: 35 + 8 liitettä

Opinnäytetyössä laaditaan LVI-suunnitelmat varastohalliin, johon kuuluu myös tuotantotilaa ja toimistotiloja. Työn tavoitteena on suunnitella toimivat ja kustannustehokkaat järjestelmät.

Suunnittelussa ja verkostojen mallintamisessa käytettiin MagiCAD- ja CADS-ohjelmia. Asemakuvan vesi- ja viemärisuunnitelmat tulee olla valmiit joulukuun alussa, jotta maatyöt voidaan aloittaa. Muut LVI-suunnitelmat tulee saada valmiiksi tammikuun loppuun mennessä.

Työssä saatiin tehtyä energiatehokkaat LVI-suunnitelmat, joiden pohjalta LVI-työt pystyttiin toteuttamaan kohteeseen. Vesi- ja viemärijärjestelmä suunniteltiin muoviputkilla. Rakennuksen lämmöntuotto toteutettiin ilma-vesilämpöpumpulla ja lämmitys pattereilla sekä lämmityspuhaltimilla. Rakennuksen ilmanvaihto suunniteltiin kahdelle IV-koneelle. Työ opetti MagiCAD- ja CADS -ohjelmiston käyttöä lisää. Myös ilma-vesilämpöpumpun toiminta ja mitoitusperusteet tulivat tutuksi työssä.

Asiasanat: LVI-järjestelmät, ilma-vesilämpöpumppu, ilmanvaihto, lämmitys, vesi- ja viemärijärjestelmät

ALKULAUSE

Haluan kiittää työn tilaajaa Teemu Pohjosta hyvästä yhteistyöstä. Haluan myös kiittää opinnäytetyön ohjaajiani Mikko Niskalaa sekä Rauno Holopaista. Sain heiltä vastauksia kysymyksiini ja tukea työn tekemisessä.

Oulussa

23.2.2017

Teemu Määttä

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
2 VESI- JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU	8
2.1 Viemärijärjestelmän suunnittelu	8
2.1.1 Jätevesiviemärijärjestelmän suunnittelu	8
2.1.2 Lattiakaivojen valinta	10
2.1.3 Hiekan- ja öljynerotuskaivot	10
2.1.4 Sadevesijärjestelmän suunnittelu	11
2.2 Käyttövesijärjestelmän suunnittelu	12
2.2.1 Tonttijohdon reitti	12
2.2.2 Käyttövesiputkien rakenne	12
2.2.3 Lämpimän käyttöveden tuottaminen	12
3 ILMASTOINTIJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU	14
3.1 Ilmavirtojen suunnittelu	14
3.2 Päätelaitteiden suunnittelu	15
3.3 Kanaviston suunnittelu	16
3.4 IV-koneiden valinta	18
3.4.1 Varasto- ja tuotantotilan IV-kone	18
3.4.2 Toimistotilan IV-kone	20
4 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU	22
4.1 Lämpöhäviöiden laskenta	22
4.2 Lämmitysjärjestelmän valinta	23
4.2.1 Ilma-vesilämpöpumpun toimintaperiaate	24
4.2.2 Kohteeseen tuleva ilma-vesilämpöpumppu	25
4.3 Osatehomoitituksen vaikutus lämpöenergian tuottoon	29
4.4 Verkoston suunnittelu	29
4.5 Kiertovesipumpun valinta	30

4.6 Varolaitteiden mitoitus	31
5 YHTEENVETO	32
LÄHTEET	33
LIITTEET	35

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä suunnitellaan LVI-järjestelmät Meltexin uuteen varastohalliin. Varastohalli tulee sijaitsemaan Meltexin Kempeleen myymälän tontilla. Työn tilaajana toimii Meltexin Kempeleen myymälän myymäläpäällikkö Teemu Pohjonen. Meltex on suomalainen rakennustarvikkeiden valmistaja ja toimittaja. Heillä on myymälöitä pitkin Suomea ja heillä on myös tehtaita, joissa valmistetaan muun muassa muoviputkia ja kaivoja.

Rakennuksessa on 748 m², joista varasto- ja tuotantotilaa on 677 m² ja loput toimistotilaa. Varastotilassa tullaan säilyttämään LVI-tarvikkeita ja tuotantotilassa tullaan tekemään kevyttä tuotantotyötä. Toimistotila rakennetaan yrityksen toimistotyötä varten.

Rakennus tullaan liittämään Kempeleen vesi- ja viemärijärjestelmään. Kempeleessä on myös kaukolämpöä tarjolla, mutta tätä kohdetta ei voida kaukolämpöön liittää, koska lähimmät kaukolämpöputket ovat liian kaukana. Meltexin vanha rakennus lämmitetään ilmavesilämpöpumpulla, jonka tilaaja on todennut toimivaksi järjestelmäksi. Tämän vuoksi tilaaja haluaa uudenkin rakennuksen lämmitysmuodoksi ilmavesilämpöpumpun.

2 VESI- JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

Tässä luvussa suunnitellaan rakennuksen vesi- ja viemärijärjestelmät. Suunnitteluohjelmassa käytettiin enimmäkseen MagiCadiä, mutta myös hieman CADSiä. Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta D1 löytyi käytettävät määräykset, joita suunnittelussa tulee noudattaa. Tontilla sijaitseva vanha rakennus on jo liitetty Kempeleen kunnan vesi- ja viemäriverkostoon.

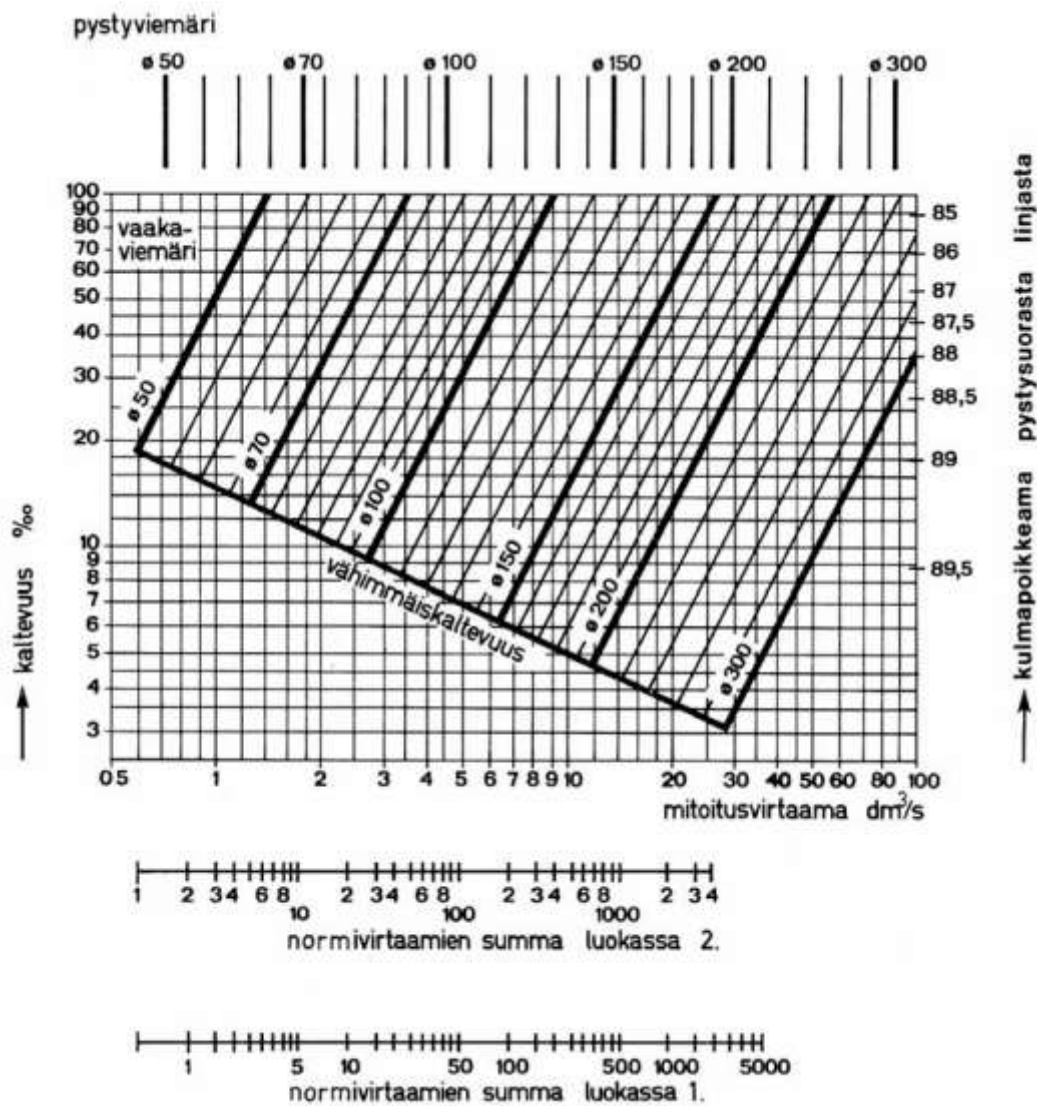
2.1 Viemärijärjestelmän suunnittelu

2.1.1 Jätevesiviemärijärjestelmän suunnittelu

Meltexin vanha rakennus on jo liitetty kunnan jätevesiviemärijärjestelmään. Uusi rakennus liitetään tontilla sijaitsevaan tarkastuskaivoon, josta se liitetään kunnan viemärijärjestelmään.

Viemärijärjestelmä mitoitetetaan siten, että viemäripiste pystyy viemäroimään 1,5-kertaisesti siihen johdetut vesipisteiden virtaamat. Mitoitukseen vaikuttaa myös viemäripisteiden käytön todennäköinen samanaikaisuus. Todennäköisesti kaikkia viemäripisteitä ei samaan aikaan käytetä, joten mitoitusvirtaama on pienempi kuin viemäripisteiden normivirtaamien summa. Jos mitoitusvirtaama on pienempi kuin yksittäisen viemäripisteen normivirtaama, viemärin koko ja kaato mitoitetetaan korkeimman normivirtaaman mukaan. Tässä kohteessa viemäri tulee olemaan maassa koko matkalla, jolloin sen vähimmäiskoko on DN70. (1, s. 46, 47.)

Kohteen viemäripisteiden normivirtaamien summa on 4,3 l/s. Tällöin mitoitusvirtaamaksi tulee 1,13 l/s. WC:n normivirtaaman ollessa 1,8 l/s se määrää vietto- viemärin minimikaltevuuden sen jälkeen, kun se liittyy viemäriin. Viemärin kaato katsotaan muoviviemärin mitoitusdiagrammista (kuva 1).



Kuva 3. Tuulettu viettoviemäri. Koot ja kaltevuudet muoviputkelle. Mitoitusdiagrammiin on merkitty viemärin sisämitat.

KUVA 1. Muoviviemärin mitoitusdiagrammi (1, s. 50)

Kun mitoitusvirtaama on 1,8 l/s, viemärin vähimmäiskaltevuus on 12 ‰ 100 mm:n putkikoolla. Jos varasto- ja tuotantotilassa kulkeva viemäri linja mitoitettaisiin normaalisti mitoitusdiagrammin mukaan, viemärin kaltevuus olisi itsepuhdistettavuuden kannalta 20 ‰, kun öljynerotuskaivojen mitoitusvirtaamat ovat 0,2 l/s. Tämä viemäri linja on kuitenkin pitkä, jolloin ongelmaksi muodostuu se, että viemärin pää laskee liitoskorkeuden alapuolelle. D1:ssä kuitenkin mainitaan, että vaakakokoojaviemärin kaltevuutena voidaan käyttää 60 ‰:a mitoitusdiagrammin kaltevuudesta, jos viemäriin ei liity WC-istuimia ja viemäri on helposti

puhdistettavissa (1, s. 47). Tuotanto- ja varastotilassa kulkevaan viemärilinjaan ei ole liitetty WC-istuimia ja viemärilinjaan on sijoitettu viemärin tarkastusputkia, jolloin viemäri on helposti puhdistettavissa. Näin ollen viemärilinjan kaltevuutena voidaan käyttää 12 ‰:a.

WC-istuimen kytkentäviemäri ja siihen liittyvän vaakakokoojaviemärin vähimmäiskaltevuutena käytetään 20 ‰, jos WC:n huuhtelu on alle 6 litraa. Tässäkin tapauksessa syntyy riski, että viemärin pää laskee liitoskorkeuden alapuolelle. WC täytyy varustaa 6 litran huuhtelulla, jotta viemärilinjan kaltevuutena voidaan käyttää pienempää kaltevuutta.

2.1.2 Lattiakaivojen valinta

Viemärlaitteet pyrittiin valitsemaan sen mukaan, mitä Meltexillä on valikoidussa. Rakennukseen tulee kaksi lattiakaivoa, toinen tuotantotilan IV-koneen alle ja toinen tekniseen tilaan. IV-koneen alle tulevaan lattiakaivoon johdetaan IV-koneen kondenssivedet. Kondenssivettä ei kuitenkaan synny tasaisesti ympäri vuoden, jolloin ongelmaksi muodostuu lattiakaivon kuivuminen. Sen vuoksi lattiakaivoon lisätään Vieser One -erikoisvesilukko. Se estää viemäriä kuivumasta, jolloin viemärin hajut ja epäpuhtaudet eivät pääse leviämään tiloihin (2). Teknisen tilan lattiakaivo ei vaadi tätä erikoisvesilukkoa, koska siihen johdetaan WC:n pesualtaan jätevedet. Voidaankin olettaa, että pesuallasta käytetään melkein päivittäin, jolloin teknisen tilan lattiakaivon vesilukko ei kuivu.

2.1.3 Hiekan- ja öljynerotuskaivot

Varasto- ja tuotantotilaan sijoitetaan hiekan- ja öljynerotuskaivot. Tiloissa ei tule olemaan koneita tai laitteita, jotka sisältäisivät merkittäviä määriä öljyä. Tiloissa tulee kuitenkin olemaan trukki liikennettä, josta voi syntyä erittäin pieniä öljyvuo- toja. Tässä tapauksessa harkittiin, että rakennuksen ulkopuolelle sijoitettaisiin erillinen öljynerotin. Kempeleen rakennusvalvonta oli kuitenkin linjannut, että koska varasto- ja tuotantotiloihin ei ole sijoitettu vesipisteitä ja tuotantotilan tuotanto tulee olemaan pienimuotoista kokoonpanotoimintaa, erillistä öljynerotinta ei tarvita.

2.1.4 Sadevesijärjestelmän suunnittelu

Sadevedet johdetaan Kempeleen kunnan sadevesijärjestelmään. Yleiseen viemäriin liitytään 200 mm:n muoviputkella. Rännikaivot sijoitetaan rakennukseen tulevien ränniputkien kohdalle, josta ne johdetaan perusvesikaivoon. Salaojaputket tehdään rakennussuunnitelman mukaan ja ne liitetään perusvesikaivoon pallopadotusventtiilin kautta. Näin estetään padotustilanteessa sadeveden pääsyn salaojaputkistoon. Tontille sijoitettiin myös sadevesikaivoja, jotka ottavat vastaan tontin asfaltoidulle alueelle satavan sadeveden. Sadevesi- ja rännikaivojen mitoitusvirtaamat mitoitettiin kaavan 1 mukaan. (1, s. 59.)

$$q = q_s \times (k_1 \times A + k_2 \times A + \dots + k_n \times A_n) \text{ dm}^3/\text{s} \quad \text{KAAVA 1}$$

q = sadeveden mitoitusvirtaama (dm^3/s)

q_s = mitoitussade ($\text{dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$)

Yleensä käytetään arvoa $0,015 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$.

k_n = valumiskerroin osa-alueella

$k = 1,0$, katot, asfaltti-, betoni- ja muut tiiviit päällysteet

$k = 0,7$, sorapäällysteet

$k = 0,3$, nurmikot ja päällystämättömät pinnat

A_n = valuma-alueen osan pinta-ala (m^2)

Kun kaivon mitoitusvirtaama oli laskettu, viemärin kaltevuus katsottiin D1:n mitoitusdiagrammista (1, s. 61).

Meltexin tontti on kaavoitettu sen verran kauan aikaa sitten, että tontille ei olisi pakko rakentaa sadeveden viivytystä. Kempeleen kunta kuitenkin kehotti sen rakentamaan. Sadeveden viivytys hoidetaan tässä kohteessa siten, että tontin itäisessä laidassa kulkeva sadevesiviemäri on 450 mm putkea. Tällä toimenpiteellä viivytystilavuutta saadaan noin $8,5 \text{ m}^3$.

2.2 Käyttövesijärjestelmän suunnittelu

2.2.1 Tonttijohdon reitti

Meltexin vanhan rakennuksen tonttivesijohto on otettu Kuokkamaantien viereissä kulkevasta runkovesijohdosta. Se kuitenkin halutaan poistaa käytöstä, ja tarkoitus on, että uuden ja vanhan rakennuksen vesijohto otetaan Merisarantien runkovesijohdosta. Tonttijohto on 40 mm:n PEM-putkea. Se viedään ensimmäisenä uuden rakennuksen tekniseen tilaan, jonne asennetaan päävesimittari. Vesimittarin jälkeen tonttijohto viedään vanhaan rakennukseen ja liitetään vanhaan vesimittariin, joka jää alamittariksi. Näin kummankin rakennuksen veden kulutusta voidaan seurata.

2.2.2 Käyttövesiputkien rakenne

Käyttövesijärjestelmä rakennetaan PEX-muoviputkella, joka asennetaan suojaputkeen. Tällöin putket ovat vaihdettavissa ja putkessa syntyvät vuodot helpommin havaittavissa. Kylmävesiputket asennetaan pohjalaatan alle soraan. Tällä varmistetaan se, että veden lämpötila ei pääse nousemaan liian korkeaksi ja legionellabakteerit eivät pääse lisääntymään. Lämminvesiputket asennetaan eristelevyihin tehtyihin uriin. Tällä varmistetaan se, että lämpöhäviöitä ei pääse syntymään liikaa. Vesijohtoihin asennetaan myös hanakulmarasiat.

Tekniseen tilaan asennetaan suojakaukalo Tulvari 400 vesimittarin ja vesijohtojen jakotukkien alle. Tulvariin viedään 32 mm:n viemäriputki, johon voidaan johdattaa mahdolliset vuotovedet, joita voi tulla, jos jokin liitos vuotaa tai lämminvesivaraajan varoventtiili päästää vettä pois. Teknisessä tilassa putkivedot tehdään kupariputkella. WC-istuimen kytkentäjohto vedetään WC-tilassa pintave-tona kromatulla kupariputkella.

2.2.3 Lämpimän käyttöveden tuottaminen

Kohteeseen ei tule kuin kaksi lämpimän veden kalustetta, joista toinen on keittiön astianpesuallashana ja toinen WC:n pesuallashana. Koska kohteeseen ei tule suihkua, on lämpimän veden tarve hyvin pieni. Tämän vuoksi lämmin vesi

tuotetaan sähkölämmitteisellä lämminvesivaraajalla. Varaajan ei tarvitse olla suuri. Näin ollen varaajaksi riittää esimerkiksi Niben Eminent 35 R -varaaja, jonka tilavuus on 35 litraa. Pieni varaaja sopii kohteeseen myös siksi, että tekninen tila on hyvin ahdas, jolloin pieni varaaja voidaan asentaa seinälle.

Suunnittelussa harkittiin myös sitä vaihtoehtoa, että lämpimän veden tuotossa olisi hyödynnetty lämmitysverkoston puskurivaraajaa. Puskurivaraajaan yläosaan olisi asennettu esilämmityskierukka, jolla olisi saatu esilämmitettyä lämmintä käyttövettä ennen lämminvesivaraajaa. Niben edustaja oli kuitenkin sitä mieltä, että kierukkaa ei kannata asentaa, koska kesäisin puskurivaraajan lämpötila on vain noin 20 astetta, jolloin legionellabakteeria voi alkaa syntyä kierukassa. Myös kierukan tuottama lämpöenergia olisi hyvin todennäköisesti ollut hyvin pientä, koska lämpimän veden kulutusta kohteessa tulee todennäköisesti olemaan hyvin vähän. Näin ollen tästä ideasta luovuttiin.

Vesikalusteet ovat sijoitettu lähelle teknistä tilaa, jossa lämmin vesi tuotetaan. D1:ssä sanotaan, että lämpimän veden haitallinen odotusaika on noin 10 sekuntia (1, s. 9). Tässä kohteessa pisin odotusaika lämpimälle vedelle on noin 3 sekuntia. Näin ollen lämpimän veden kiertojohtoa ei tarvita.

3 ILMASTOINTIJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

Tässä luvussa suunnitellaan rakennuksen ilmanvaihto. Kanavistot ja päätelaitevalinnat suunnitellaan MagiCadillä. Suunnittelussa tulee noudattaa Suomen rakentamismääräyskokoelman D2 määräyksiä (3). Varasto- ja tuotantotilan suunniteltu sisälämpötila on 17 °C ja toimistotilojen suunniteltu sisälämpötila on lämmityskaudella 21 °C. Koska tiloihin tulee saada alilämpöistä tuloilmaa, tehdään nämä tilat omilla IV-koneilla.

3.1 Ilmavirtojen suunnittelu

Tilojen ilmavirrat laskettiin D2 taulukoiden mukaan (3, s. 25–31). Rakennuksen poistoilmavirrat mitoitettiin noin 5 % tuloilmavirtoja suuremiksi. Tilakohtaiset Ilmavirrat (taulukko 1) määritetään siten, että kun tiedetään tilan neliömäärä ja millainen tila on kyseessä, etsitään D2:n taulukosta kyseisen tilan kohdalta neliömääräinen ulkoilmavirta. Esimerkiksi kohteen tuotantotilassa on 236 m². Tätä vastaava tila D2:ssa on kevyt tehdastyö (3, s. 30). Siellä on kerrottu, että ulkoilmavirta täytyy olla 1,5 (dm³/s)/m². Kun tuotantotilan neliömäärä ja ulkoilmavirta kerroin kerrotaan, ulkoilmavirta on 354 dm³/s.

TAULUKKO 1 Tilakohtaiset ilmavirrat

<i>Tila</i>	<i>Tuloilma</i> (dm ³ /s)	<i>Poistoilma</i> (dm ³ /s)
<i>Varasto</i>	+156	-162
<i>Tuotantotila</i>	+354	-371
Yhteensä	+510	-533
<i>Sosiaalitila</i>	+70	-70
<i>Pukuhuone</i>	+40	-27
<i>WC</i>		-20
<i>Tekninen tila</i>	+8	-8
<i>Toimisto 1</i>	+15	-15
<i>Toimisto 2</i>	+15	-15
Yhteensä	+148	-155

3.2 Päätelaitteiden suunnittelu

Ilmanvaihdon päätelaitteiden valinnan lähtökohtana oli, että käytettäisiin Lindabin päätelaitteita. Tähän ratkaisuun päädyttiin sen vuoksi, että tuotanto- ja varastotilat ovat noin 9 metriä korkeita ja tuloilmapäätelaitteet sijoitetaan 8–9 metrin korkeuteen. Jotta tuloilma saataisiin 9 metrin korkeudesta putoamaan lattia-pintaan saakka, tarvitaan päätelaitteelta paljon heittopituutta. Lindabilta löytyy DAD-tuloilmasuutin, joka soveltuu suuriin tiloihin, joissa tarvitaan pitkää heittopituutta (4). Toimistotilojen päätelaitteetkin valitaan Lindabilta, vaikka muiltakin valmistajilta löytyy soveltuvia päätelaitteita. Tähän päädyttiin siksi, että on taloudellisesti järkevämpää tehdä yhdeltä toimittajalta yksi isompi tilaus, kuin tilata monelta valmistajalta pieniä määriä.

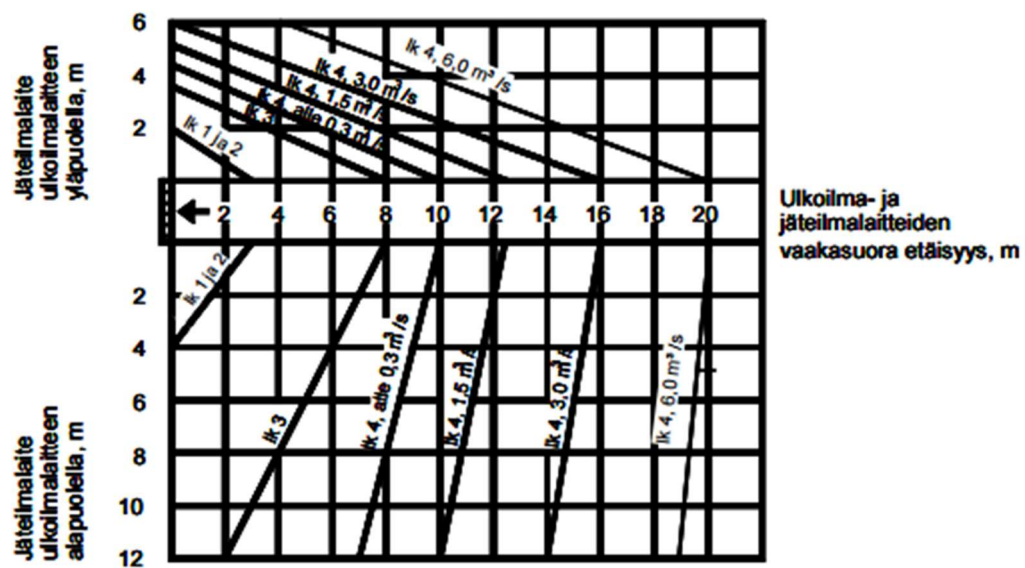
Kun päätelaitteet ja kanavareititys oli suunniteltu, laskettiin ilmanvaihdon ja päätelaitteiden aiheuttamat äänenpainetasot tiloihin MagiCadillä. Toimistotilan tulo- ja poistoilmakanavaan asennetaan KVAp-200-600-äänenvaimentimet. D2:ssa

on määritelty eri tilojen maksimiäänepainetasot (3. s 25–31). Varasto- ja tuotantotiloille maksimiäänepainetasoja ei ole kuitenkaan määritelty. Nämä tilat eivät ole oleskelutiloja ja tuotantotilassa tulee todennäköisesti olemaan koneita, jotka aiheuttavat melua tiloihin. Tämän vuoksi näiden tilojen äänenpainetasot ovat toissijaisia. Päätelaitteet tullaan myös sijoittamaan näissä tiloissa hyvin korkealle, jolloin äänenpainetaso ei tule olemaan ongelma.

3.3 Kanaviston suunnittelu

Ilmanvaihtokanavat rakennetaan teräsrakenteisesta ilmastointikanavasta. Kohteessa käytetään enimmäkseen pyöreää kanavaa, mutta myös suorakaidekanavaa, johtuen toisen IV-koneen kanavalähdöistä. Toimistotiloja palvelevan IV-koneen kanavalähdöt ovat pyöreitä, kun taas varasto- ja tuotantotilaa palvelevan IV-koneen kanavalähdöt ovat 600 x 300 mm:n suorakaidekanavaa. Suorakaidekanava kuitenkin muutettiin pyöreäksi kanavaksi heti, kun se oli mahdollista. Tämä sen vuoksi, että pyöreä kanavaa on helpompi asentaa ja se on virtausteknisesti parempi. Kanavakoot mitoitettiin siten, että ilmavirtojen maksiminopeudet ovat välillä 2–5 m/s.

Ilmastointikanavien reitit suunnitellaan siten, että ne voidaan asentaa ja kannakoida hyvin. IV-koneiden sijoittelun vuoksi raitisilmapeltejä ei voitu asentaa rakennuksen pohjoiselle seinälle. Ulkoilmakanavien reitit olisivat olleet silloin todella pitkät, mikä olisi heikentänyt IV-koneiden SFP-lukua. Ulkoilmapelit sijoitettiin rakennuksen itäiselle seinustalle. Ulkoilmapeltejä ei kannata sijoittaa rakennuksen eteläiselle seinälle, koska kesäisin aurinko paistaa enimmillään etelästä, jolloin tuloilma on epämiellyttävän lämmintä. Ulkoilmasäleikön ja jäteilmahajottajan välinen minimietäisyys katsottiin kuvasta 2. Ulkoilmasäleikkö mitoitetaan siten, että sen otsapintanopeus on korkeimmillaan 2 m/s (2, s 21). Kohteen ulkoilmasäleikköjen otsapintanopeudet ovat 1,5 m/s.



Kuva 2. Jäte- ja ulkoilmalaitteiden väliset etäisyydet. Viivojen väliarvot voidaan arvioida.

KUVA 2. Jäte- ja ulkoilmalaitteiden väliset etäisyydet (3, s. 13)

Tuotanto- ja varastotilan väliin tulee EI30-väliseinä. Tästä syystä seinän lävistävät kanavavedot varustetaan palopelleillä, joiden palonkestävyys on vähintään EI30. Kohteeseen valittiin FläktWoodsin ETPR-palopellit, joiden palonkestävyys on EI60.

Rakennuksen kanavisto kulkee lämpimissä tiloissa. Ulkoilmakanavassa ilman lämpötila on mitoitusilanteessa $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$. Jäteilmakanavassa ilman lämpötila voi taas olla mitoitusilanteessa noin $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kun sisälämpötila on $17\text{--}21\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja suhteellinen kosteus noin 30–40 %, on todennäköistä, että kanavan ulkopintaan syntyy kondenssivettä. Tästä syystä ulko- ja jäteilmakanavat eristetään 19 mm:n solukumieristeellä. Tuloilmaa ei jäähdytetä tässä kohteessa, joten tuloilmakanavaa ei tarvitse eristää ollenkaan.

Ilmastointikanavaan tulee sijoittaa puhdistusluukkuja siten, että puhdistustyö on mahdollista. Niitä sijoitetaan yleensä palonrajoittimien kohdalle sekä kanaviin si-

ten, että kahden luukun välissä on enintään kaksi yli 45 °:n käyrää. Vaaka-suoriin kanaviin puhdistusluukkuja sijoitetaan yleensä noin 10 metrin välein. (3. s. 20.) Tässä kohteessa oli kaksi palopeltiä, joten niiden kohdalle sijoitettiin puhdistusluukut. Puhdistusluukkujen sijoittelussa pyrittiin muutenkin noudattamaan D2:n määräyksiä.

3.4 IV-koneiden valinta

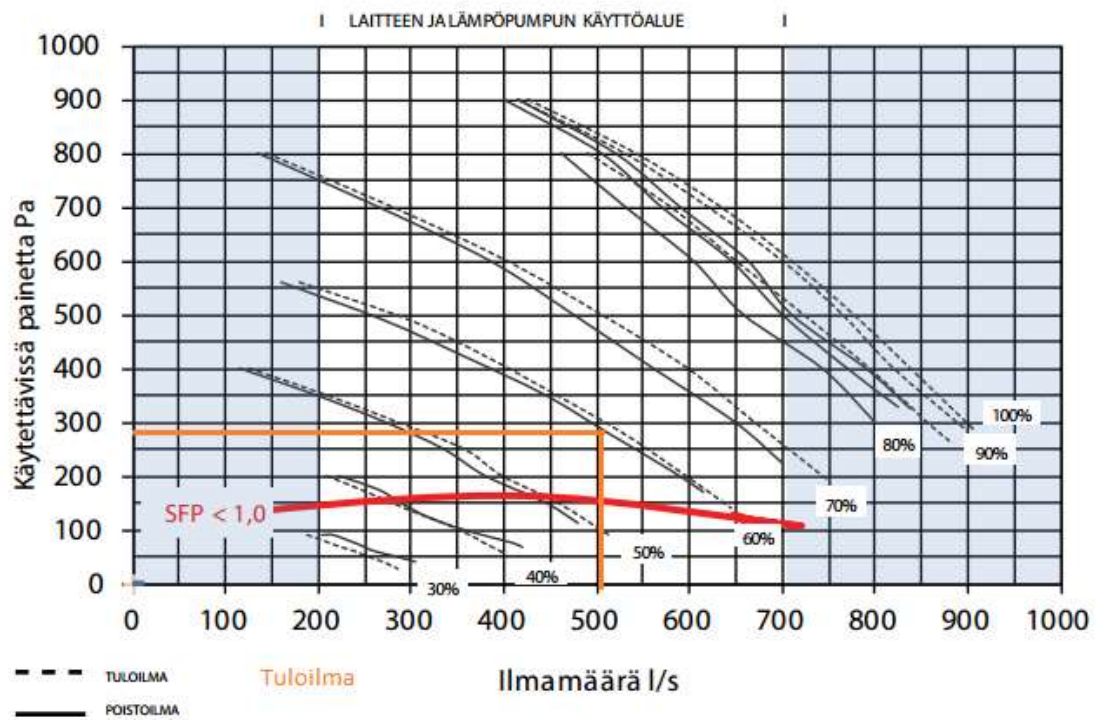
Rakennuksen ilmanvaihto jouduttiin toteuttamaan kahdella eri IV-koneella. Tilojen tuloilma tulee olla alilämpöistä huonelämpötilaan verrattuna. Varasto- ja tuotantotilan sisälämpötilan ollessa 17 °C sen tuloilmaksi määritettiin 12 °C. Jos tätä samaa tuloilmaa haluttaisiin viedä toimistotiloihin, se jouduttaisiin lämmittämään jälkilämmityspatterilla 18 °C:seen, muuten se lisäisi toimistotiloissa vedon tunnetta.

3.4.1 Varasto- ja tuotantotilan IV-kone

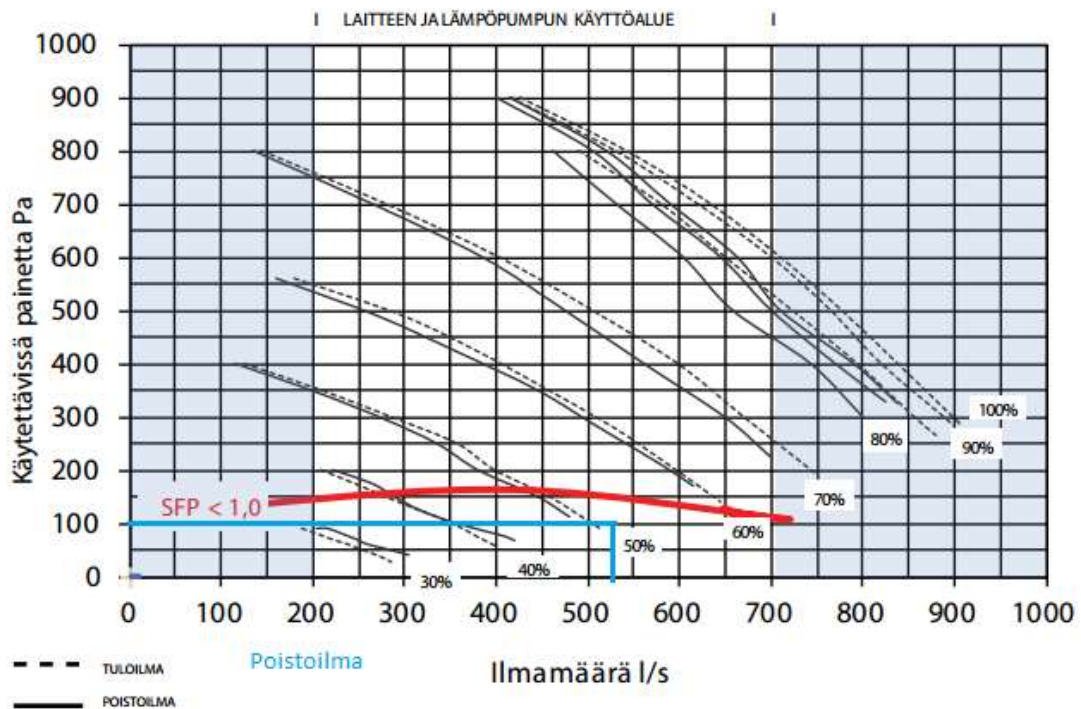
Varasto- ja tuotantotilan IV-koneeksi valittiin pyörivällä LTO:lla varustettu Enerventin Pallas IV-kone (5). Tuotanto- ja varastotilat ovat hyvin samankaltaisia tiloja, joiden poistoilmaluokka on luokkaa 3. Koska tämä kone palvelee samantyyppisiä tiloja, voidaan lämmöntalteenotto valita vapaasti. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi teollisuustilat, autohallit- ja tallit. (3, s. 17.)

Tilaan haluttiin pyörivä LTO, koska se on energiatehokas. Pyörivä LTO on paras hyötysuhteeltaan, jolloin se ottaa eniten lämpöä poistoilmasta. LTO:lla ei kuitenkaan saada lämmitettyä tuloilmaa täysin, joten se pitää lämmittää patterilla haluttuun lämpötilaan. IV-kone varustetiin sähkölämmityspatterilla, jolla tuloilma saadaan lämmitettyä haluttuun lämpötilaan. Enerventin mitoitusohjelmalla tehdyn mitoituksen mukaan patterille saapuva ilma on noin 5 °C, jolloin patteri vaatii noin 4,5 kW tehon, jotta se lämmittää tuloilman 12 °C:een (liite 8). Patterin maksimiteho on 9 kW, joten jos tuloilmaa halutaankin lämmittää enemmän, patterin teho riittää.

IV-koneiden toimintapisteet saatiin kanaviston painehäviöiden ja ilmavirtojen avulla (kuva 3; kuva 4). Puhaltimien käyttöalueet saatiin laitevalmistajalta.



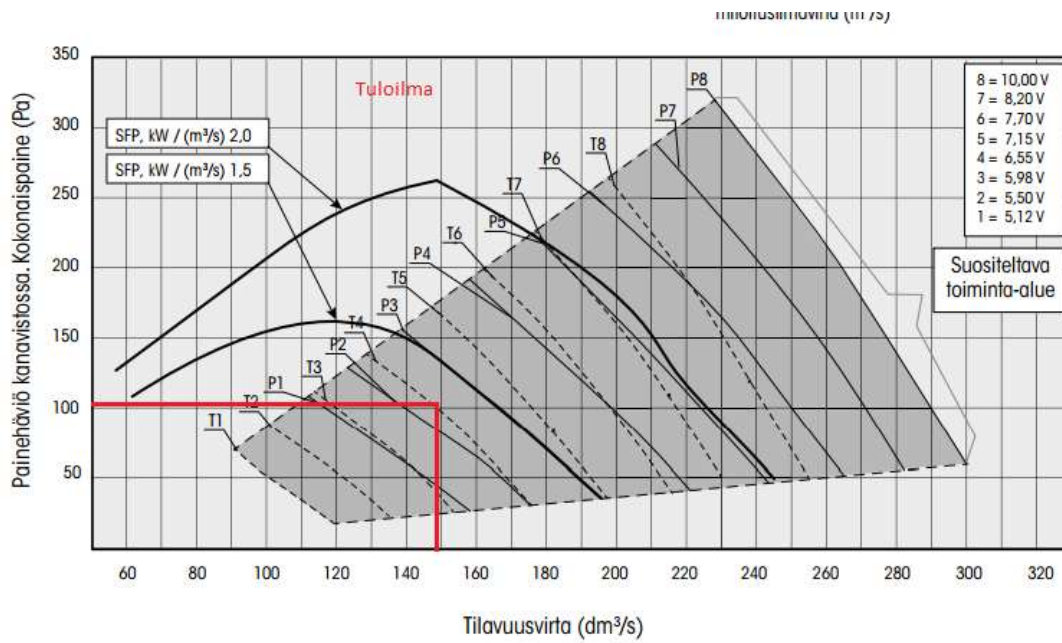
KUVA 3. Tuloilmapuhaltimen toimintapiste (6, s. 3)



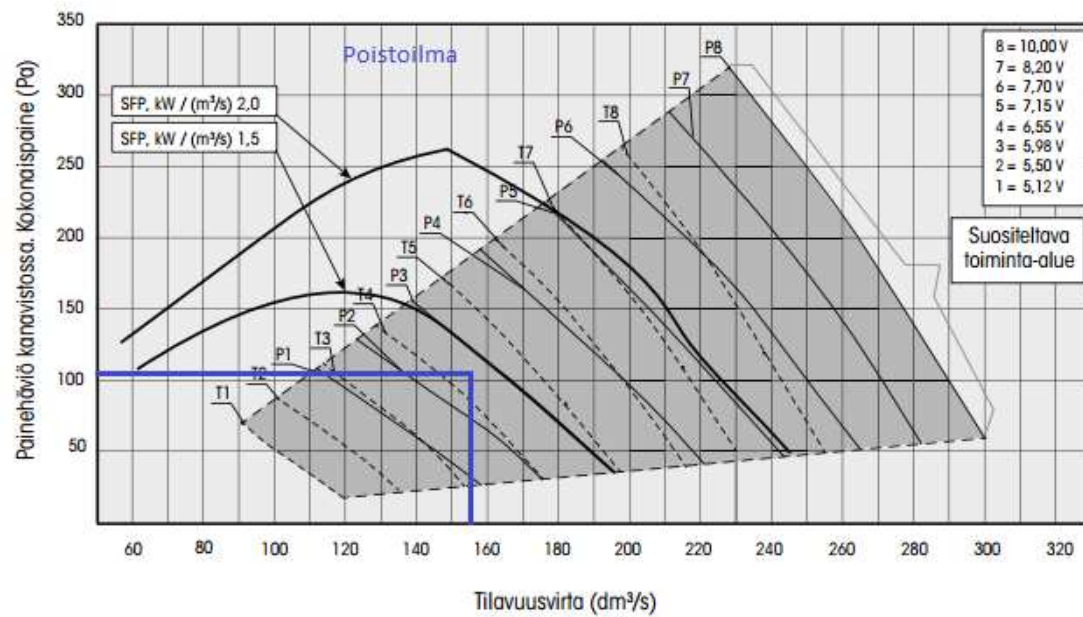
KUVA 4. Poistoilmapuhaltimen toimintapiste (6, s. 3)

3.4.2 Toimistotilan IV-kone

Toimistotilan IV-koneeksi valittiin ristivertakennolla varustettu Valloxin 280 SE -kone (7). Kyseisessä koneessa tuloilma lämmitetään kahdella LTO-kennolla ja sähköisellä jälkilämmityspatterilla. IV-koneiden toimintapisteet saatiin kanaviston kokonaispainehäviöiden ja ilmavirtojen perusteella (kuva 5; kuva 6).



KUVA 5. Tuloilmapuhaltimen toimintapiste (8, s. 18)



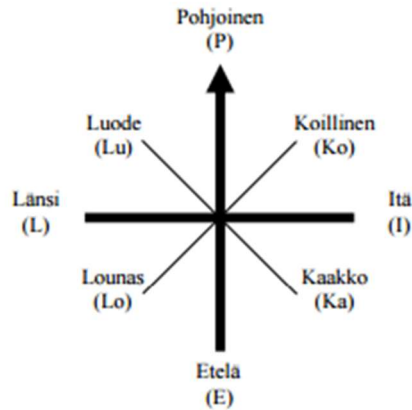
KUVA 6. Poistoilmapuhaltimen toimintapiste (8, s. 18)

4 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

Tässä luvussa suunnitellaan rakennuksen lämmitysjärjestelmä. Rakennuksen lämpöhäviöiden laskemisessa käytettiin CADsiä. Rakennuksen arkkitehti oli määritellyt seinien, kattojen, ovien ja ikkunoiden u-arvot. Lämmitysjärjestelmä suunniteltiin Magicadillä. Rakennus lämmitetään ilma-vesilämpöpumpulla.

4.1 Lämpöhäviöiden laskenta

Rakennusten mallinnettiin CADsillä. Lämpöhäviölaskelmaan syötettiin arkkitehdin määrittämät u-arvot, jotka olivat ulkoseinälle 0,14 W/m²K; yläpohjalle 0,14 W/m²K; alapohjalle 0,16 W/m²K; ikkunoille 1,0 W/m²K ja oville 1,0 W/m²K. Rakennuksen mitoitusulkolämpötila katsotaan D3:n säävyöhykkeestä (kuva 7). Kempele sijaitsee 3. säävyöhykkeessä, joten sen mitoitusulkolämpötila on –32 °C.



Kuva L2.1. Säävyöhykkeet.

Taulukko L2.1. Mitoittavat ja keskimääräiset ulkoilman lämpötilat eri säävyöhykkeillä.		
Säävyöhyke	Mitoittava ulkoilman lämpötila, °C	Vuoden keskimääräinen ulkoilman lämpötila, °C
I	-26	5,3
II	-29	4,6
III	-32	3,2
IV	-38	-0,4

KUVA 7. Säävyöhykkeet (9, s. 29)

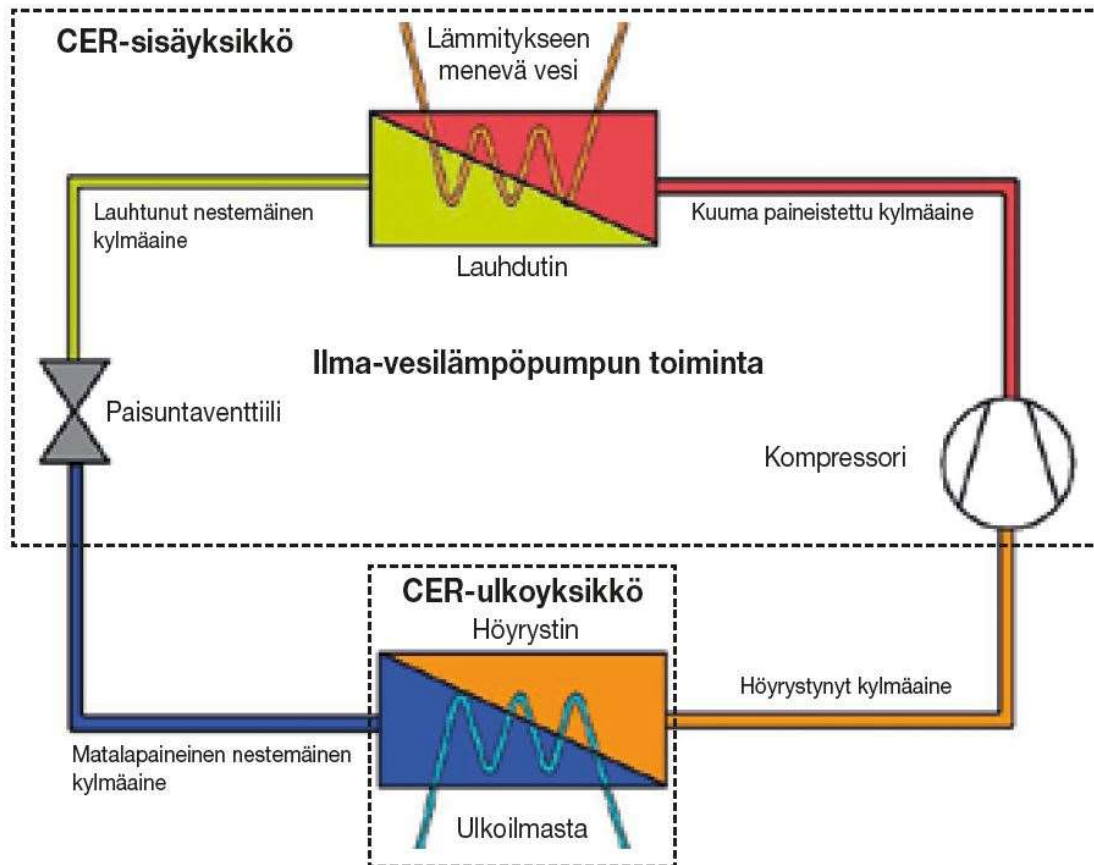
Tilakohtaisia lämpöhäviöitä lisää myös tilaan puhallettava alilämpöinen tuloilma. IV-suunnitelmien mukaiset ilmavirrat ja tuloilman lämpötila tuli syöttää lämpöhäviölaskelmaan. Rakennuksen lämpöhäviöksi saatiin noin 31 kW, joka muodostuu rakenteiden johtumisesta, vuotoilmasta, sekä alilämpöisestä tuloilmasta johtuvista lämpöhäviöistä.

4.2 Lämmitysjärjestelmän valinta

Kohde ei sijaitse kaukolämpöputkien läheisyydessä, joten sitä ei voida liittää kaukolämpöön. Meltexin vanha rakennus lämmitetään ilma-vesilämpöpumpulla, ja Teemu Pohjonen on todennut sen toimivaksi järjestelmäksi. Sen vuoksi uudenkin rakennuksen lämmitysjärjestelmäksi valitaan ilma-vesilämpöpumppu.

4.2.1 Ilma-vesilämpöpumpun toimintaperiaate

Lämpöpumpun toiminnassa ulkoilman lämpöenergiaa hyödynnetään kylmäaineen höyrystyksessä ja tulistuksessa. Kompressorin puristaa matalapaineisen kylmäkaasun korkeapaineiseksi kuumakaasuksi. Lauhduttimessa kuumakaasun tulistuksen poistossa lauhdutuksessa ja nesteen alijäähdytyksessä vapautunut energia siirtyy veteen, jolla lämmitetään puskurivaraajaa ja lämmitysverkostoa. Lauhduttimessa hyödynnetään höyrystimessä sidottu ja kompressorin syötetty energia. Ulkoyksikön puhallin imee ulkoilman höyrystimen läpi. Höyrystimeen paisuntaventtiilin kautta tuleva nestemäinen kylmäaine höyrystyy, paineen laskeessa, vielä hyvin alhaisessakin lämpötilassa. Höyrystynyt kylmäaine jatkaa matkaa kompressorille, joka puristaa sen korkeaan paineeseen. Tällöin siitä tulee kuumakaasua, jonka lämpötila voi olla jopa lähellä sataa astetta. Kuuma kaasuksi muuttunut kylmäaine johdetaan lauhduttimelle (lämmönsiirrin), jossa siinä oleva lämpö siirretään veteen ja sitä kautta varaajaan. Varaajasta saadaan sitten keskuslämmityksen tarvitsema lämmin vesi. Lauhduttimessa kuumakaasu nesteytyy jälleen sen lämpötilan laskiessa. (10.)



KUVA 8. Ilma-vesilämpöpumpun toimintaperiaate (10)

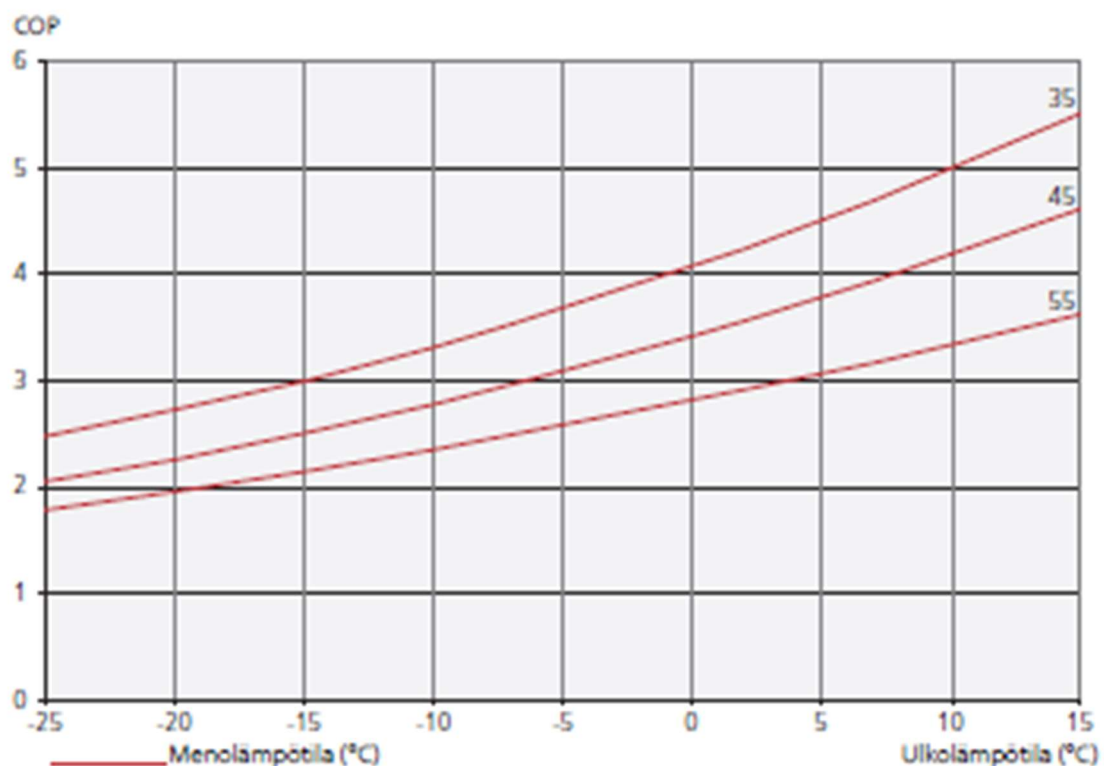
Koska ilma-vesilämpöpumppu tuottaa vähiten energiaa silloin, kun lämmitystarve on suurimmillaan, järjestelmä tarvitsee rinnalleen täydelle lämmitystarpeelle mitoitettun toisen lämmitysjärjestelmän. Yleensä varalämmitysjärjestelmänä käytetään ilma-vesilämpöpumpun omia sähkövastuksia, joilla lämmitystarve katetaan kovimpien pakkasten aikana. (11)

4.2.2 Kohteeseen tuleva ilma-vesilämpöpumppu

Lämmitystehon perusteella kohteeseen pystyttiin valitsemaan sopiva ilma-vesilämpöpumppu järjestelmä. Kun kohteen lämmitystehontarve on noin 31 kW, Nibe tarjosi kahta F2120 20 -lämpöpumppua ja SM040-ohjausyksikköä kohteeseen.

F21200-pumpun SCOP on yli 5,0, kun ulkoilman lämpötila on yli 10 °C ja menoveden lämpötila 35 °C. Laite pystyy tuottamaan 65-asteista lämmitysvettä ja –25 °C:n pakkasessa 60/63-asteista vettä. Kun ulkoilma laskee alle –25 °C:seen pumppu sammuu. (12) Pumpun COP kuitenkin laskee, mitä korkeampi menoveden lämpötila on ja mitä kylmempää ulkona on. Kuvasta 9 nähdään, että kun menoveden lämpötila pitää olla 50 °C ja ulkolämpötila on –25 °C, pumpun COP on noin 1,9.

F2120-20 COP



KUVA 9 Pumpun COP-käyrä (13, s. 15)

Pumppu ei siis pysty lämmittämään rakennusta, kun ulkolämpötila laskee alle –25 °C:n. Kun lämpötila pysyy sen yläpuolella, niin pumpulla pystytään tuottamaan rakennuksen lämmitystehontarve. Se kuitenkin pystyy siihen vain osittain, koska kun ulkolämpötila laskee ja lämmityksen tehon tarve kasvaa, pumpun toiminta taas heikkenee.

Kun koko rakennuksen tehontarve on 31 kW ja kohteessa on kaksi pumppua, yhden pumpun maksimilämpötehotuotto on 15,5 kW. Kun halutaan laskea yhdeltä pumpulta tarvittava lämpöteho, käytetään kaavaa 2.

$$\phi = \frac{\phi_{\max}}{2 \times (T_s - T_{\text{mit}})} \times (T_s - T_u)$$

KAAVA 2.

ϕ = Lämmitystehon tarve (kW)

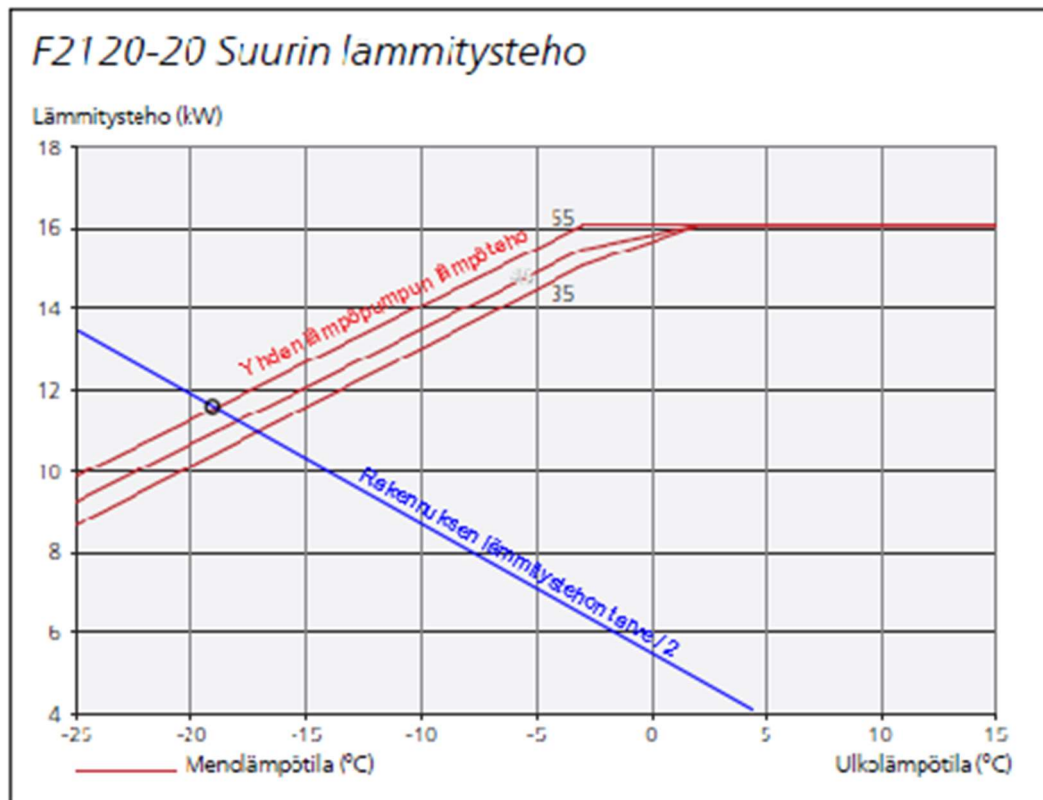
ϕ_{\max} = Lämmitysteho mitoitusulkolämpötilassa (kW)

T_s = Rakennuksen sisälämpötila (°C)

T_{mit} = Mitoitusulkolämpötila (°C)

T_u = Valittu ulkolämpötila (°C)

Antamalla T_u :lle erilaisia arvoja saadaan rakennuksen tarvitsema teho kyseisessä lämpötilassa. Näin voidaan piirtää kuvassa 10 näkyvä sininen viiva, joka kuvastaa yhdeltä pumpulta tarvittavaa tehontarvetta eri lämpötiloissa. Kun kumpikin lämpöpumppu käy, on lämpöpumppujen tuotto sama kuin rakennuksen lämmitystehon tarve. Lämpöpumppujen lämmitys on täysitehoinen kun T_u on –19 °C tai korkeampi.



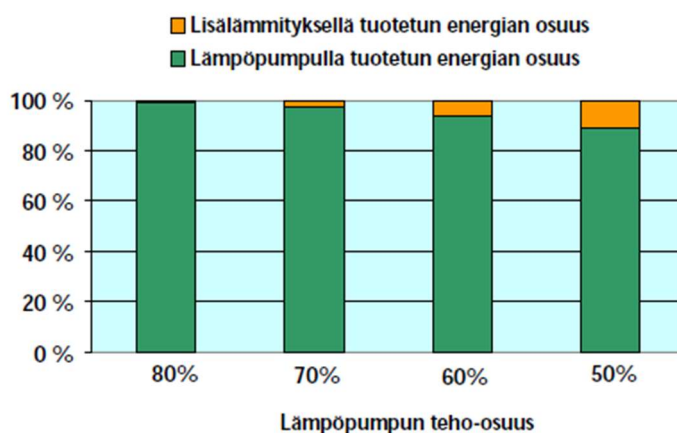
KUVA 10 Pumpun lämmitysteho eri ulkolämpötiloissa (13, s. 15)

Kun mennään tämän ulkolämpötilan alapuolelle, pumput tarvitsevat rinnalleen toisen lämmitysjärjestelmän. Se hoidetaan siten, että energiavaraajaan asennetaan kolme kappaletta 12 kW:n vastuksia, joilla lämmitetään lämmitysverkoston vesi, kun pumput eivät siihen kykene.

Pumput tarvitsevat verkostoon tarpeeksi vesitilavuutta, jotta pumput eivät kävisi pätkäkäynnillä vaan ne kävisivät pitempiä aikoja. Nibe käyttää lämmitysjärjestelmän vesitilavuuden mitoituksena 20 l/kW. Kun rakennuksen tehontarve on 31 kW, verkostossa tulisi olla vesitilavuutta noin 620 litraa. Verkostossa ei kuitenkaan ole niin paljoa vettä, minkä vuoksi järjestelmä tarvitsee varaajan. Kohteeseen laitetaan Niben 750-litrainen puskurivaraaja.

4.3 Osatehomoitituksen vaikutus lämpöenergian tuottoon

Kuvasta 10 nähdään, että kun rakennuksen lämmitystehontarve/2 on -25 °C :n ulkolämpötilassa noin 13,5 kW, pumppu pystyy tuottamaan lämmitystehoa noin 10 kW. Lämpöpumpun lämmitystehon tuotto on noin 74 % suurimmasta lämmitystehontarpeesta. Lisälämmitysenergiaa tarvitaan kuitenkin harvoin, koska erittäin kylmiä päiviä ei ole montaa vuodessa. Kuvasta 11 nähdään, että 70 %:n lämpöpumpun teho-osuudella lisälämmitysenergiaa tarvitsee tuottaa vain erittäin pieni osa kokonaislämmitysenergiasta.



KUVA 11. Lämpöpumpun teho-osuuden vaikutus lisälämmityksen energian kulutukseen (14, s. 13)

4.4 Verkoston suunnittelu

Verkosto suunniteltiin aluksi kupariputkella. Työn tilaaja kuitenkin ilmoitti, että hän haluaa putkien olevan sähkösinkittyä teräsputkea. Se tulee tilaajalle huomattavasti halvemmaksi kuin kupariputki, joten putkimateriaaliksi valittiin sähkösinkitty teräsputki.

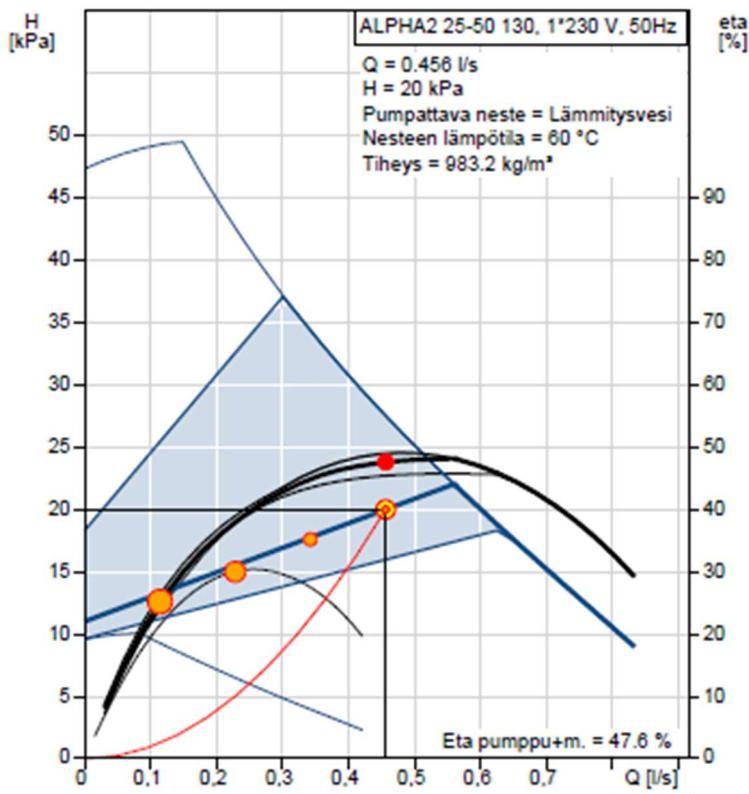
Toimistotiloja lämmitetään lämmityspattereilla ja tuotanto- sekä varastotiloja lämmityspuhaltimilla. Aluksi puhaltimet haluttiin sijoittaa seinälle. Näistä osa sijoitettiin nosto-ovien yläpuolelle. Tämä ratkaisu jouduttiin kuitenkin hylkäämään,

koska nosto-ovet vaihtuivatkin ylöspäin aukeaviksi, jolloin puhaltimia ei voitu sijoittaa ovien yläpuolelle. Kohteeseen tuleekin Fläktwoods-sin LVDV-ilmanlämmittimet. Ne sijoitetaan kattoon noin 8 metrin korkeuteen. Puhaltimien ollessa niin korkealla ongelmaksi muodostuu lämmön saaminen alas asti. Tämä hoidetaan sillä, että puhaltimiin asennetaan jatkokartiot, joiden ansiosta puhaltimien heittopituus on noin 8 metriä (15, s. 3).

Lämmitysverkoston mitoituslämpötilat olivat aluksi 55–35 °C. Näillä lämpötiloilla olisi saatu toimistotiloihin laitettua pienemmät ja halvemmat patterit. Pattereiden yhteishinnaksi muodostui 797 euroa. Pattereiden hinnat katsottiin www.talosa-tama.fi-sivustolta. Lämpöpumput toimivat kuitenkin tehokkaammin, kun menoveden lämpötila on matala. Siksi verkoston mitoituslämpötilat ovatkin 50–30 °C. Tällöin toimistotilan patterit ovat isommat ja kalliimmat. Pattereiden yhteishinnaksi muodostui 1083 euroa. Investointikustannukset ovat siis 50–30 °C:n mitoituslämpötiloilla 286 euroa korkeammat, mutta lämpöpumppu tulee toimimaan energiatehokkaammin näillä mitoituslämpötiloilla.

4.5 Kiertovesipumpun valinta

Lämmityksen kiertovesipumpun mitoituksessa käytetään mitoitusvirtaamaa, sekä verkoston painehäviötä. Verkoston mitoitusvirtaama on 0,456 l/s ja verkoston painehäviö 20 kPa. Nämä arvot syötettiin Grundfosin mitoitusohjelmaan, joka ehdotti ALPHA 25-50 130 -pumppua. Mitoitusarvojen avulla saatu toimintapiste sopii hyvin kyseisen pumpun toiminta-alueeseen (kuva 12).



KUVA 12. Kiertovesipumpun toimintapiste

4.6 Varolaitteiden mitoitus

Lämmitysverkoston paisunta-astia mitoitettiin Tecnovalorin mitoitusohjelmalla (16). Ohjelmaan piti syöttää korkeusero verkoston ylimpään kohtaan, verkoston tilavuus, nesteen minimi- ja maksimilämpötila sekä nestetyyppi. Verkoston korkein kohta on noin 8 metriä, verkoston tilavuus noin 870 litraa ja veden minimilämpötila 10 °C ja maksimilämpötila 55 °C. Näillä tiedoilla ohjelma antaa verkoston esipaineeksi 1,0 bar, loppupaineeksi 2,0 bar ja laskennalliseksi tilavuudeksi 50 litraa. Tällöin paisunta-astiaksi valitaan Reflex NG80/6, jonka tilavuus on 80 litraa. Varoventtiiliksi valitaan DN15-venttiili, jonka avautumispaine on 2,5 bar.

5 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli tehdä LVI-suunnitelmat Meltexin uuteen varastohalliin. Kohteen rakentaminen aloitettiin 2016 joulukuussa.

Työssä saatiin tehtyä rakennuskelpoiset LVI-suunnitelmat kohteeseen. Rakennuksen käyttövesijärjestelmä toteutettiin PEX-putkella ja viemärijärjestelmät muoviviemärillä. Lämmin käyttövesi tuotetaan sähkövastuksilla varustetulla lämminvesivaraajalla. Ilmanvaihtojärjestelmä suunniteltiin kahdelle IV-koneelle. Päätelaitteet valittiin siten, että tarvittava heittopituus onnistuu. Lämmitysjärjestelmä suunniteltiin Ilma-vesilämpöpumpulla toteutettavaksi. Toimistotilojen lämmitys hoidetaan pattereilla, kun taas varasto- ja tuotantotilan lämmitys hoidetaan lämmityspuhaltimilla. Suurin osa laite- ja materiaalivalinnoista tehtiin yhteistyössä työn tilaajan Teemu Pohjosen kanssa.

LÄHTEET

1. D1 (2007). 2007. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. Määräykset ja ohjeet 2007. D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/28208/D1_2007.pdf. Hakupäivä 26.1.2017.
2. Vieser One erikoisvesilukko. Vieser. Saatavissa <http://www.vieser.fi/?product=vieser-one-erikoisvesilukko> Hakupäivä 9.2.2017.
3. D2 (2012). 2011. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012. D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/37187/D2-2012_Suomi.pdf. Hakupäivä 15.2.2017
4. DAD tuloilma suutin. Lindab. Saatavissa <https://itsolution.lindab.com/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/comfort/fin/technical/dad.pdf> Hakupäivä 13.3.2017.
5. Ilmanvaihtokone Pallas. Enervent. Saatavissa <https://www.enervent.com/fi/product/pallas/> Hakupäivä 13.3.2017.
6. Enervent Pallas kattavat tekniset tiedot. Enervent. Saatavissa <http://ensto.api.digtator.fi/Download.ashx?rid=49d44e0c-82ab-44f0-974b-a450007f728a&fid=967d75b6-f917-4989-995a-a450007f728f&imgtype=original> Hakupäivä 27.3.2017.
7. Vallox 280 SE Sähkö/sähkö. Vallox. Saatavissa https://www.vallox.com/tuotteet/vallox_280_se_sahko_sahko.html Hakupäivä 13.3.2017.
8. Ohje Vallox 280 SE. Vallox. Saatavissa https://www.vallox.com/files/905/280_SE-fin-swe-170815.pdf Hakupäivä 27.3.2017.

9. D3 (2012). 2011. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2012. D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa. http://www.finlex.fi/data/normit/37188/D3-2012_Suomi.pdf. Hakupäivä 20.2.2017.
10. Ilma-vesilämpöpumpun toimintaperiaate. CER. Saatavissa. <http://cer.fi/ilma-vesilampopumppu/ilma-vesilampopumpun-toimintaperiaate>. Hakupäivä 20.2.2017.
11. Ilma-vesilämpöpumppu, UVLP. Motiva. Saatavissa. http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/ilma-vesilampopumppu_uvlp. Hakupäivä 20.2.2017.
12. Nibe F2120 lisätietoja. Nibe. Saatavissa. <http://www.nibe.fi/tuotteet/ilmavesilampopumput/nibe-f2120/#info>. Hakupäivä 22.2.2017.
13. Nibe F2120 tuoteseloste. Nibe. Saatavissa. <http://www.nibe.fi/nibedocuments/19858/M12010-2.pdf> Hakupäivä 22.2.2017.
14. Aittomäki, Antero 2001. Lämpöpumppulämmitys. Saatu käyttöön lehtori Mikko Niskalalta Oulun ammattikorkeakoulusta vuonna 2017.
15. Lämminilmakoje LVDV. Fläktwoods. Saatavissa. <http://resources.flaktwoods.com/Perfion/File.aspx?id=752eb24d-e5a4-4618-b312-828a53266945>. Hakupäivä 22.2.2017.
16. Kalvopaisunta-astian valinta. Tecnocalor. Saatavissa. [http://83.145.197.230/Teknoweb/\(yobrmoa2mzwxtcy2xyfpj555\)/Dialogs/DeviceSelection.aspx](http://83.145.197.230/Teknoweb/(yobrmoa2mzwxtcy2xyfpj555)/Dialogs/DeviceSelection.aspx). Hakupäivä 9.3.2017.

LIITTEET

Liite 1 LVI-asema kuva

Liite 2 Vesi- ja viemärikuva 1.kerros

Liite 3 Ilmanvaihto 1.kerros

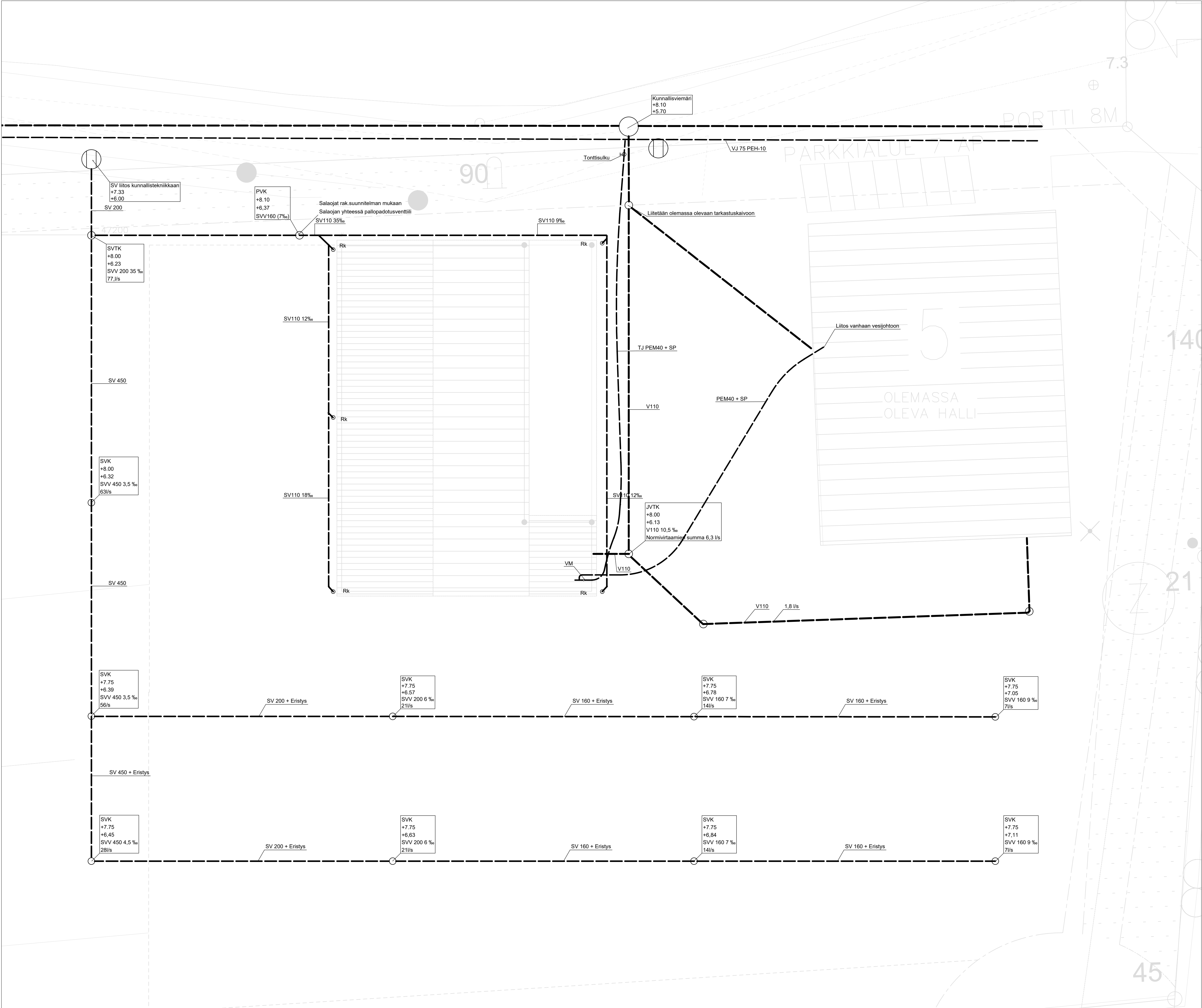
Liite 4 Ilmanvaihto 2.kerros

Liite 5 Lämmitys 1.kerros

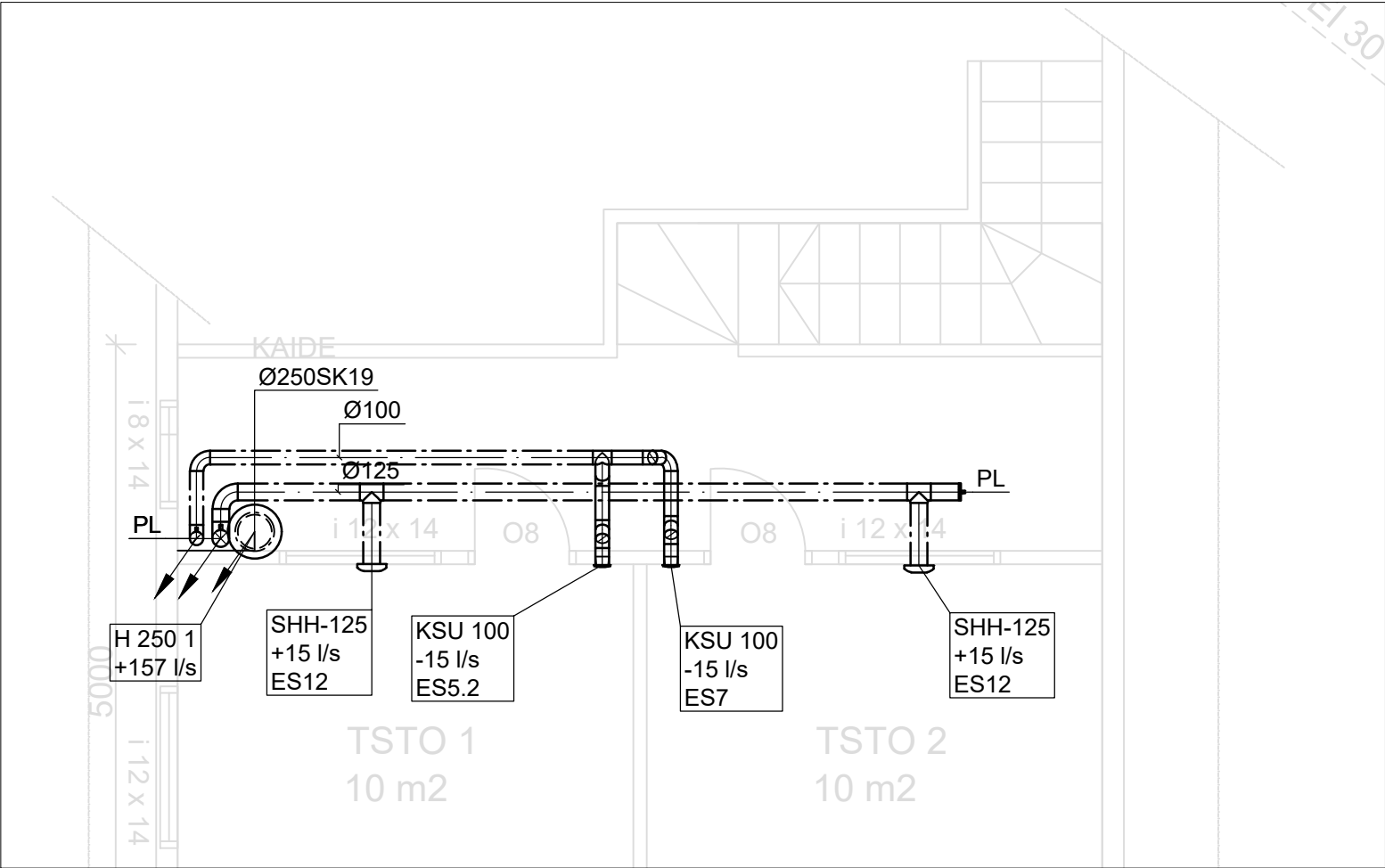
Liite 6 Lämmitys 2. kerros

Liite 7 KytKentäkaavio

Liite 8 Varaston IV-kone

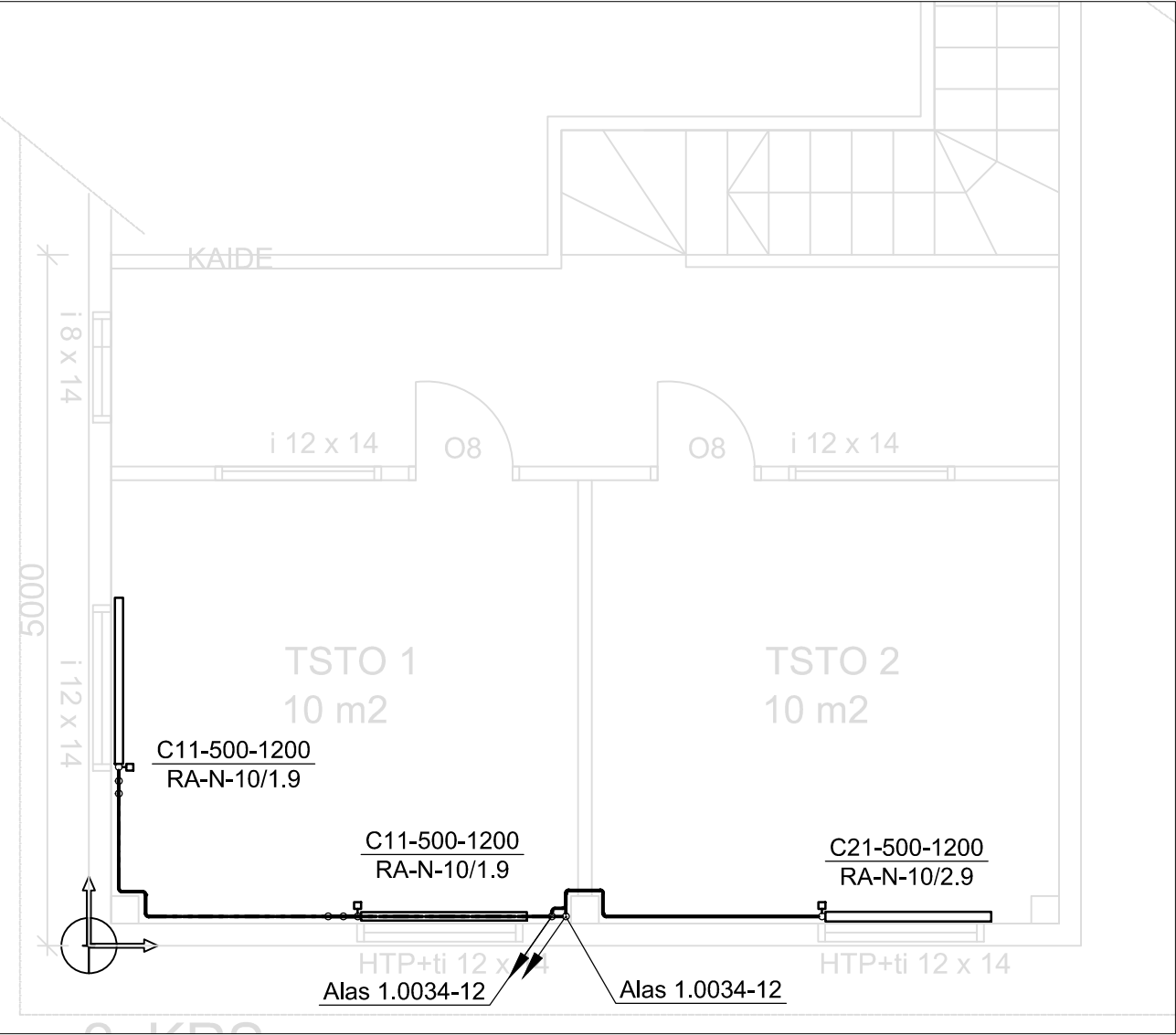


K.Osa/KYLA		KORTTELI/TILA	TONNIT/RKQ	VIRANOMAISTEN ARKISTOMERKINTÖJÄ VARTEN	
Kempele			7:79		
RAKENUSTYÖMERKINTÖ		PIIRUSTUSLAJI		JOUKOS. N:O	
Uudisrakennus		LVI-piirros		1	
RAKENUSTYÖN NIMI JA OSOITE		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		MITTAKAAVA	
Meltex Oy Halli Kuokkamaantie 90440 Kempele		Asemapiirros Sadevesiviemärit Tonttievemäri ja vesijohto		1:200	
		SUUNNITTELU	PIIRIT	SUUNNITTELUALA, TYÖN NUMERO JA PIIRUSTUKSEN NUMERO	
		YHTEISET	YHTEISET	LVI 1/2017 -1	
		PVM	TARK.	MUUTOS	
		23.2.2017		TILAAJAN N:O	
		ALLEKIRJ.			

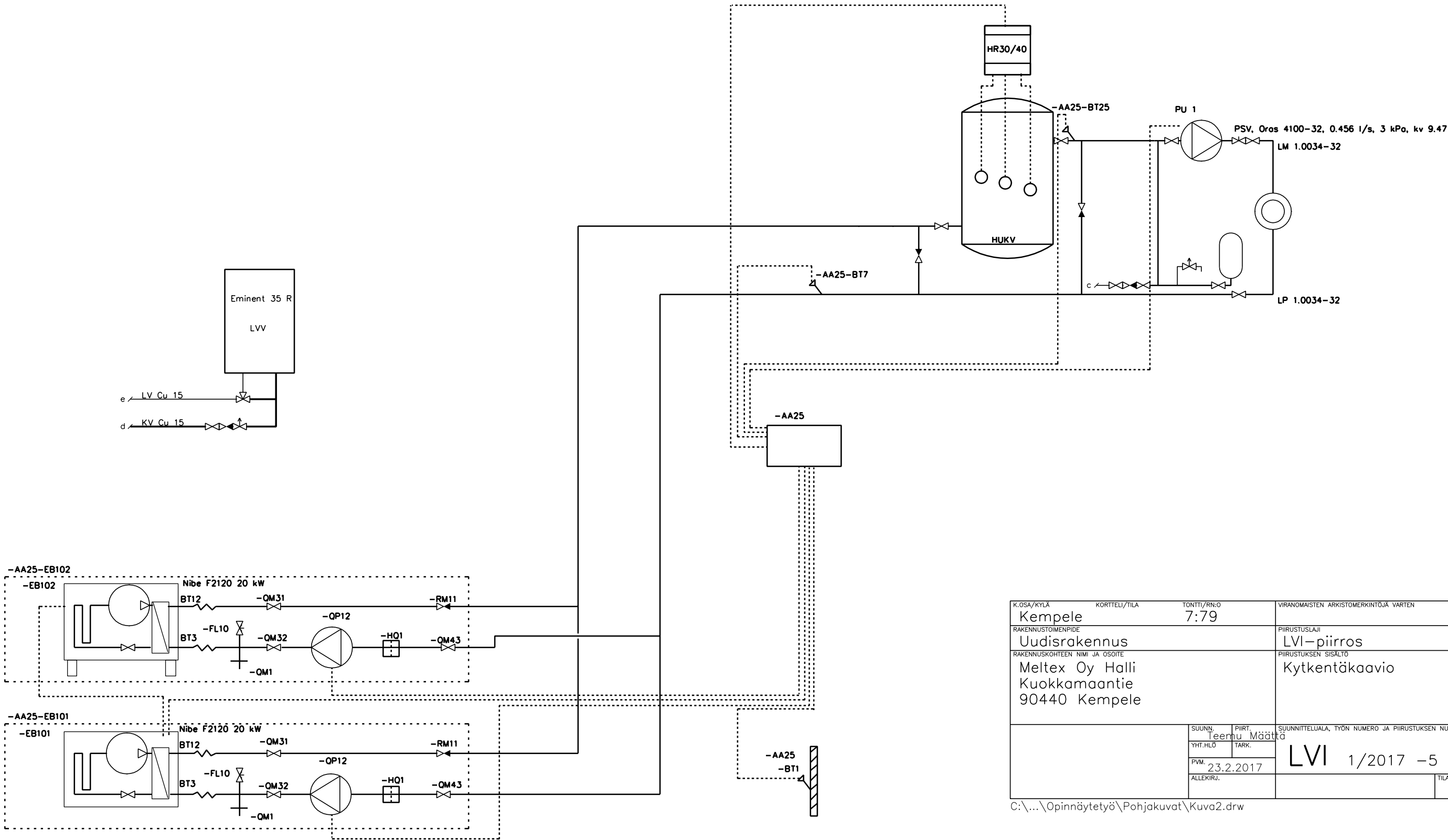


K.OSA/KYLÄ		KORTTELI/TILA		TONITTI/RN:O		VIRANOMAISTEN ARKISTOMERKINTÖJÄ VARTEN	
Kempele		7:79					
RAKENNUSLOINENPIDE		PIIRUSTUSLAI		JUOKS. N:O			
Uudisrakennus		LVI-piirros		7			
RAKENNUSKOHTEN NIMI JA OSOITE		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		MITTAKAAVAT			
Meltex Oy Halli Kuokkamaantie 90440 Kempele		Ilmanvaihto 2.kerros		1:50			
		SUUNN. PIIRT.		SUUNNITTELUALA, TYÖN NUMERO JA PIIRUSTUKSEN NUMERO		MUUTOS	
		YHT.HLO TARK.		LVI 1/2017 -7			
		PVM. 23.2.2017					
		ALLEKIRJ.				TILAAJAN N:O	

C:\...\Opinnäytetyö\Pohjakuvat\Kuva2.drw



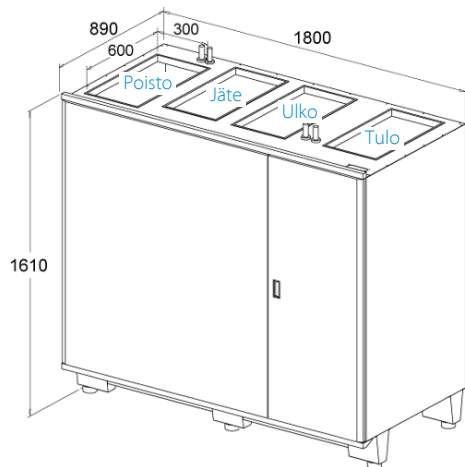
K.OSA/KYLÄ		KORTTELI/TILA		TONTTI/RN:O		VIRANOMAISTEN ARKISTOMERKINTÖJÄ VARTEN	
Kempele				7:79			
RAKENNUSTOIMENPIDE		Uudisrakennus		PIIRUSTUSLAJI		JUOKS. N:O	
				LVI-piirros		4	
RAKENNUSKOHTEEEN NIMI JA OSOITE		Meltex Oy Halli Kuokkamaantie 90440 Kempele		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		MITTAKAAVAT	
				Lämmitys 2.kerros		1:50	
				SUUNN. PIIRT.		SUUNNITTELUALA, TYÖN NUMERO JA PIIRUSTUKSEN NUMERO	
		Teemu Määtä		YHT.HLÖ TARK.		LVI 1/2017 -4	
		PVM.		23.2.2017			
		ALLEKIRJ.				TILAAJAN N:O	



K.O.SA./KYLÄ		KORTTELI/TILA	TONTTI/RN:O	VIRANOMAISTEN ARKISTOMERKINTÖJÄ VARTEN	
Kempele			7:79		
RAKENNUSTOIMENPIDE		Uudisrakennus		PIIRUSTUSLAJI	JUOKS. N:O
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA Osoite		Meltex Oy Halli Kuokkamaantie 90440 Kempele		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVAT
				Kytkentäkaavio	
		SUUNN. YHT.HLO	PIIRT. TARK.	SUUNNITTELUALA, TYÖN NUMERO JA PIIRUSTUKSEN NUMERO	
		PVM.	23.2.2017	LVI 1/2017 -5	
		ALLEKIRJ.		TILAAJAN N:O	

C:\...\Opinnäytetyö\Pohjakuvat\Kuva2.drw

Pallas eAir E



Laitetiedot

Kanavalähdöt	600 x 300 mm
Leveys	1800 mm
Korkeus	1610 mm
Syvyys	890 mm
Paino	450 kg
Kätsisyys	Oikea
Asennus lattialle	
Tuotenumero	P12 201 0002
LVI-numero	7935759
Sähkötiedot	400 V/50 Hz, 3~, 3C16A

Pallas eAir E

Puhaltimet

	Tulo	Poisto
Mitoituspisteessä		
Puhallinnopeus	58 %	49 %
Syötetty ilmavirta	509 l/s	533 l/s
Kanavapaine	281 Pa	92 Pa
Ottoteho	389 W	283 W
SFP	1.26 kW/(m ³ /s)	
Huipputeho		
Maksimi-ilmavirta	750 l/s	947 l/s
Maksimikanavapaine	610 Pa	290 Pa
Tehostusvara	47 %	78 %

Vuosilaskenta

Kaupunki	Jyväskylä, Suomi
Vuosihyötysuhde	72.0 %
Hyötysuhde yhtäsuurilla ilmavirroilla	73.7 %
Poistoilmasta talteenotettu lämpöenergia	53 958 kWh
Vuotuinen jälkilämmitystarve	1 673 kWh

Äänet

	Taajuuudet [Hz]									
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB	dB(A)
Vaipan läpi	60	61	64	56	52	39	25	17	67.3	58.7
20 m ² absorptio LpA										51.7
Tuloilmakanava	61	63	70	64	68	67	57	44	74.7	72.2
Poistoilmakanava	50	59	60	46	41	39	28	10	62.8	52.7
Ulkoilmakanava	56	57	57	51	46	41	34	15	61.9	53.2
Jäteilmakanava	57	62	69	62	66	65	56	41	72.7	69.9

Ecodesign

SFPint	634 W/(m ³ /s)
SFPint_limit,2016	1321 W/(m ³ /s)
Laite täyttää Ecodesign 2016 -vaatimukset	

Talvi

Lämmön talteenotto	Vakio
Mitoituspisteessä	-32 °C / 90 %RH
Hyötysuhde	75.4 %
Painehäviöt (tulo/poisto)	118 / 124 Pa
Tuloilma jälkeen LTO:n	4.9 °C / 55 %RH

Jälkilämmitys

Patteri	E - Pallas 9 kW Sisäinen
Ilma sisään	4.9 °C / 55 %RH
Ilma ulos	12.0 °C / 34 %RH
Teho	4.49 kW

Kesä

Lämmön talteenotto	Vakio
Mitoituspisteessä	25 °C / 59 %RH
Hyötysuhde	75.4 %
Painehäviöt (tulo/poisto)	118 / 124 Pa
Tuloilma jälkeen LTO:n	23.5 °C / 65 %RH

Pallas eAir E

Vuosilaskenta

Vuosihyötysuhde	72.0 %
Hyötysuhde yhtäsuurilla ilmapirroilla	73.7 %
Poistoilmasta talteenotettu lämpöenergia	53958 kWh
Lämpötilan pysyvyys	TRY2012
Poistoilman lämpötila	17 °C
Tuloilman tavoitelämpötila	12 °C
Ilmavirtojen suhde (tulo/poisto)	0.955

Käyttäjä hyväksyy tämän vastuuvapauslausekkeen vieraillessaan tällä verkkosivustolla ja/tai käyttäessään Enervent Energy Optimizeria (jäljempänä Optimizer). Optimizer on yleinen, perustasoinen työkalu, jonka Enervent Oy toimittaa maksutta informaatiotarkoituksessa sellaisille Enervent Oy:n ja sen tytäryhtiöiden asiakkaille, jotka asuvat Euroopan unionin alueella, Hongkongissa, Kiinassa tai Saudi-Arabiassa. Optimizer on tarkoitettu yksinomaan Enervent Oy:n valmistamien ilmastointilaitteistojen ominaisuuksien ammattimaiseen mallintamiseen ympäristössä, jonka Optimizerin käyttäjä määrittelee tarkemmin. Optimizer ei pysty ottamaan huomioon kaikkia mahdollisia olosuhteita tai elementtejä ja/tai niissä tapahtuvia, kuhunkin yksittäiseen ympäristöön liittyviä muutoksia, jotka voivat vaikuttaa ilmastointilaitteistojen ominaisuuksiin. Optimizerin asianmukainen toiminta on pyritty varmistamaan kohtuullisin toimenpitein, mutta Optimizer toimitetaan kuitenkin sellaisenaan ja kulloisenkin saatavuuden mukaan. Enervent Oy ei esitä minkäänlaisia nimenomaisia tai hiljaisia lausuntoja tai takuita Optimizerin täydellisyydestä, tarkkuudesta, luotettavuudesta, sopivuudesta, käyttötarkoitukseen soveltuvuudesta, oikea-aikaisuudesta tai käytettävyydestä, laitteistossa näytetyistä tiedoista ja/tai niistä saaduista tuloksista. Optimizerin, siinä näytettävien tietojen ja/tai niistä saatavien tulosten käyttäminen ja niihin luottaminen on yksinomaan käyttäjän omalla vastuulla. Optimizer toimitetaan vilpittömän mielen, mutta Enervent Oy ei takaa, että se on aina käytettävissä, ajan tasalla tai paikansäpitävä. Enervent Oy voi muuttaa Optimizeria tai lopettaa sen toimittamisen milloin hyvänsä ja mistä tahansa syystä. ENERVENT EI HYVÄKSY VASTUUTA EIKÄ OLE MISSÄÄN TAPAUKSESSA KORVAUSVELVOLLINEN SUORISTA, EPÄSUORISTA, ERITYISISTÄ TAI SEURANNAISVAHINGOISTA, JOTKA AIHEUTUVAT OPTIMIZERIN KÄYTÖSTÄ TAI TOIMINTAHÄIRIÖSTÄ TAI LIITTYVÄT SIIHEN, MUKAAN LUKIEN MENETETYT VOITOT JA ESINE- TAI HENKILÖVAHINGOT, SIINÄKÄÄN TAPAUKSESSA, ETTÄ KYSEISTEN MENETYSTEN TAI VAHINKOJEN MAHDOLLISUUDESTA ON KERROTTU. Optimizer ja kaikki siihen sisältyvät immateriaalioikeudet ovat Enervent Oy:n omistuksessa, hallinnassa tai lisensoimissa.

Taulukko

Temp	Duration	Waste	After HE
-27	0.07 %	-14.7 °C	6.2 °C
-26	0.17 %	-14.0 °C	6.4 °C
-25	0.24 %	-13.2 °C	6.7 °C
-24	0.40 %	-12.5 °C	6.9 °C
-23	0.56 %	-11.8 °C	7.2 °C
-22	0.70 %	-11.1 °C	7.4 °C
-21	0.87 %	-10.4 °C	7.6 °C
-20	1.22 %	-9.6 °C	7.9 °C
-19	1.93 %	-8.9 °C	8.1 °C
-18	2.69 %	-8.2 °C	8.4 °C
-17	3.17 %	-7.5 °C	8.6 °C
-16	3.54 %	-6.8 °C	8.9 °C
-15	4.11 %	-6.0 °C	9.1 °C
-14	4.58 %	-5.3 °C	9.4 °C
-13	5.01 %	-4.6 °C	9.6 °C
-12	5.51 %	-3.9 °C	9.9 °C
-11	6.13 %	-3.2 °C	10.1 °C
-10	7.00 %	-2.4 °C	10.4 °C
-9	8.37 %	-1.7 °C	10.6 °C
-8	9.97 %	-1.0 °C	10.8 °C
-7	12.72 %	-0.3 °C	11.1 °C
-6	14.84 %	0.4 °C	11.3 °C
-5	17.75 %	1.2 °C	11.6 °C
-4	20.75 %	1.9 °C	11.8 °C
-3	24.50 %	2.6 °C	12.1 °C
-2	28.78 %	3.3 °C	12.3 °C
-1	33.00 %	4.0 °C	12.6 °C
0	36.91 %	4.8 °C	12.8 °C
1	42.27 %	5.5 °C	13.1 °C
2	46.35 %	6.2 °C	13.3 °C
3	49.51 %	6.9 °C	13.6 °C
4	52.92 %	7.6 °C	13.8 °C
5	55.75 %	8.4 °C	14.0 °C
6	59.57 %	9.1 °C	14.3 °C
7	62.97 %	9.8 °C	14.5 °C
8	65.96 %	10.5 °C	14.8 °C
9	68.89 %	11.2 °C	15.0 °C
10	71.66 %	12.0 °C	15.3 °C
11	75.03 %	12.7 °C	15.5 °C
12	78.11 %	13.4 °C	15.8 °C